

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Juni 2005 (16.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/055387 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02H 5/10**,
11/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/053147

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. November 2004 (29.11.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 56 089.0 1. Dezember 2003 (01.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUER, Bernhard**
[DE/DE]; An der Kuchelbreite 10, 93080 Pentling (DE).

HERNANDEZ-DISTANCIA, Mauricio [MX/DE];
Spitzwegstr. 1, 93105 Tegernheim (DE). **KRSTEV, Milan**
[MK/DE]; Wacholderweg 16, 93055 Regensburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

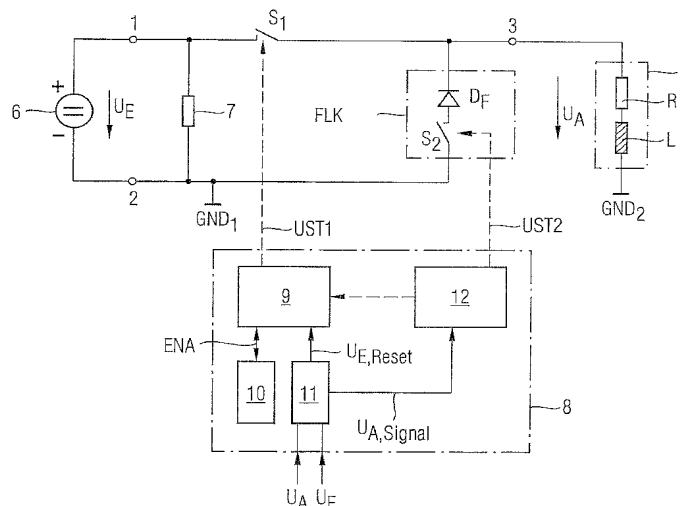
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CIRCUIT SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING AN INDUCTIVE CONSUMER

(54) Bezeichnung: SCHALTUNGSANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM STEuern EINES INDUKTIVEN VERBRAUCHERS



(57) Abstract: Disclosed are a circuit system and a method for controlling an inductive consumer, especially protecting the consumer from being accidentally turned on. Said circuit system comprises a free-wheeling circuit (FLK) for reducing energy stored in the consumer (5). In order to prevent the consumer (5) from being accidentally turned on when the grounding wire between an energy store (6) and the circuit system is interrupted, said free-wheeling circuit (FLK) is interrupted after a given period of time (?t) once the consumer (5) has been turned off such that the consumer (5) is prevented from being charged by a current flowing from the positive pole (+) of the energy store (6) via the electronics (7) of the circuit system and the free-wheeling circuit (FLK).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/055387 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere zum Schutz des Verbraucher vor unbeabsichtigtem Einschalten. Die Schaltungsanordnung weist einen Freilaufkreis (FLK) auf, um im Verbraucher (5) gespeicherte Energie abzubauen. Um bei Unterbrechung der Masseleitung zwischen einem Energiespeicher (6) und der Schaltungsanordnung ein versehentliches Einschalten des Verbrauchers (5) zu verhindern, wird dieser Freilaufkreis (FLK) nach dem Ausschalten des Verbrauchers (5) nach einer vorgegebenen Zeit (Δt) unterbrochen. Somit wird ein Aufladen des Verbrauchers (5) durch einen Stromfluss vom positiven Pol (+) des Energiespeichers (6) über die Elektronik (7) der Schaltungsanordnung und den Freilaufkreis (FLK) verhindert.

Beschreibung

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers

5

Die Erfindung betrifft einen Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere eine Schutzschaltung, die das Einschalten eines Aktors im Fehlerfall verhindert.

10

Elektrische Verbraucher und Stellglieder werden durch elektronische Steuergeräte ein- und ausgeschaltet. In der Automobiltechnik werden elektrische Verbraucher, wie beispielsweise die Erregerspule eines Kraftstoffeinspritzventils oder eines Anlassermotors üblicherweise durch ein Schaltelement betätigt, das in Reihe mit dem Verbraucher geschaltet ist. Dieses Schaltelement ist häufig Teil eines Steuergerätes, das ein-

gangsseitig mit den beiden Polen einer Versorgungsspannungsquelle verbunden ist. Häufig wird nur ein Potenzial der Versorgungsspannungsquelle über das Steuergerät dem Verbraucher

zugeführt. Das zweite Potenzial wird in der Automobiltechnik üblicherweise über die Karosserie, die auf Massepotenzial liegt, dem Verbraucher zugeführt.

15

20

Bei einer Unterbrechung der Masseleitung, die vom negativen Anschluss der Versorgungsspannungsquelle zum Steuergerät führt, kann es bei bestimmten Verbrauchern nicht ausgeschlossen werden, dass der Verbraucher auch ungewollt mit Energie versorgt wird.

30

Speziell bei induktiven Verbrauchern, die die in ihnen gespeicherte Energie nach dem Abschalten über einen Freilaufkreis abbauen müssen, kann es bei einer Masseunterbrechung zu ungewollten Energieversorgung des Verbrauchers kommen.

35

Hierbei können zwei Fälle unterschieden werden, zum einen wird bei eingeschaltetem Schaltelement der Verbraucher auch

weiterhin durch einen vom positiven Potenzial der Versorgungsspannungsquelle über das Schaltelement und den Verbraucher zum externen Masseanschluss fließenden Strom mit Energie versorgt. Zum anderen wird bei ausgeschaltetem Schaltelement die interne Masse des Steuergeräts abhängig von der Beschaffenheit der Steuerelektronik und des elektrischen Verbrauchers in Richtung des positiven Potenzials der Versorgungsspannungsquelle "gezogen". Hierdurch kommt es zu einem Stromfluss vom Pluspol der Versorgungsspannungsquelle über den Freilaufkreis und den nach externer Masse. Problematisch hierbei ist die Gefahr, dass der elektrische Verbraucher aufgrund dieses Stromflusses ungewollt eingeschaltet werden kann. Für das Beispiel des Starterrelais kommt es in diesem Fall zu einem ungewollten Startvorgang, der aus sicherheitstechnischen Gründen unbedingt verhindert werden muss.

Eine bekannte Lösungsmöglichkeit dieses Problems ist es, einen solchen sicherheitskritischen Verbraucher mit einer zweiten Masseleitung zu versehen, so dass der Verbraucher direkt mit der Masse des Steuergeräts elektrisch verbunden ist. Dies erweist sich jedoch bei mehreren Verbrauchern als aufwendig und sehr kostenintensiv.

Bei einer bekannten Schaltungsanordnung (US 5,166,852 A) wird bei einem Masseverlust die Last ausgeschaltet. So wird jedoch der oben erläuterte zweite Fall, das Wiedereinschalten der Last, nicht verhindert.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers zu schaffen, die auch im Fehlerfall ein Einschalten des induktiven Verbrauchers verhindert.

Die Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

75 Die Schaltungsanordnung weist einen ersten und einen zweiten
Eingang sowie einen Ausgang auf. Der erste Eingang ist mit
einem ersten Potenzial einer Versorgungsspannungsquelle und
der zweite Eingang mit einem zweiten Potenzial der Versor-
80 gungsspannungsquelle elektrisch verbunden. Der Verbraucher
ist einerseits mit dem Ausgang und andererseits mit dem zwei-
ten Potenzial der Versorgungsspannungsquelle verbunden.

Im hier vorliegenden Fall besteht somit keine direkte Verbin-
dung zwischen dem der Schaltungsanordnung zugeführten zweiten
85 Potenzial und dem Verbraucher. Die Schaltungsanordnung weist
weiter einen ersten durch ein Signal steuerbaren Schalter zum
Ein- und Ausschalten des Verbrauchers auf, der einerseits mit
dem ersten Eingang und andererseits mit dem Ausgang der
Schaltungsanordnung verbunden ist. Bei eingeschaltetem Schal-
90 ter fließt im Normalbetrieb ein Strom vom ersten Potenzial
der Versorgungsspannungsquelle über den steuerbaren Schalter
und den Verbraucher zum zweiten Potenzial der Versorgungs-
spannungsquelle.

95 Weiter weist die Schaltungsanordnung einen Freilaufkreis auf,
der einerseits mit dem zweiten Eingang und andererseits mit
dem Ausgang der Schaltungsanordnung verbunden ist und einen
zweiten Schalter aufweist. Wird der Verbraucher durch Aus-
schalten des ersten Schalters abgeschaltet, so entlädt sich
100 die im Verbraucher gespeicherte Energie über diesen Freilauf-
kreis. Hierzu ist der zweite Schalter geschlossen.

Eine Überwachungseinheit überwacht ein Potenzial im Freilauf-
kreis und öffnet oder schließt den zweiten Schalter in Abhän-
105 gigkeit von diesem Potenzial. Der zweite Schalter wird hier-
bei vorzugsweise so angesteuert, dass der Freilaufkreis wäh-
rend der Ausschaltphase des Verbrauchers eingeschaltet ist
und dann, wenn der Freilaufkreis nicht benötigt wird, ausge-
schaltet ist.

Die Überwachungseinheit schaltet den zweiten Schalter beim Unterschreiten oder Überschreiten eines vorbestimmten Spannungsschwellwerts aus oder ein. Auf diese Weise wird erreicht, dass im Fehlerfall, d. h. bei einem Masseverlust der Schaltungsanordnung, der Verbraucher nicht versehentlich eingeschaltet wird.

Die Überwachungseinheit weist weiter ein Zeitverzögerungsglied auf, das nach Unter- oder Überschreiten des vorbestimmten Spannungsschwellwerts den zweiten Schalter nach einer vorbestimmten Zeitdauer ausschaltet. So wird sicher gestellt, dass die im induktiven Verbraucher gespeicherte Energie in dieser Zeitspanne über den Freilaufkreis entladen wird. Nach diesem Entladevorgang bleibt der Freilaufkreis vorzugsweise durch den geöffneten zweiten Schalter unterbrochen und ein Stromfluss über diesen Freilaufkreis zum Verbraucher hin wird verhindert.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Um im Fehlerfall ein Wiedereinschalten der Last durch Einschalten des ersten Schalters auszuschließen, weist die Schaltungsanordnung vorzugsweise eine Verknüpfungseinheit auf, die ein Einschalten des Verbrauchers nur dann möglich macht, wenn ein unbeabsichtigtes Einschalten bei einem Fehlerfall ausgeschlossen ist. Vorzugsweise dann, wenn der erste Schalter zunächst ein Ausschalt- und anschließend ein Einschaltsignal erhalten hat und/ oder die Überwachungseinheit den zweiten Schalter eingeschaltet hat.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Beschreibung und der Figuren eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

.45

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung,

Figur 2 ein Ablaufdiagramm, das die Schritte eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens wiedergibt, und

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Zeitverzögerungsglieds und einer Verknüpfungseinheit.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zum Steuern eines induktiven Verbrauchers 5. Der Verbraucher 5 wird hier ersatzweise als Serienschaltung einer Induktivität L und eines Widerstands R beschrieben.

Die Schaltungsanordnung weist einen ersten Eingang 1 und einen zweiten Eingang 2 auf, die jeweils mit einem Potenzial einer Versorgungsspannungsquelle, hier einem Akkumulator 6, elektrisch verbunden sind. Hier ist der erste Anschluss 1 mit dem positiven Pol + des Akkumulator 6 und der zweite Eingang 2 mit dem negativen Pol - des Akkumulator 6 elektrisch verbunden. Die im Steuergerät zwischen den Eingängen 1 und 2 angeordnete Elektronik wird hier als Ersatzwiderstand 7 wiedergegeben. Der Ersatzwiderstand 7 entspricht einer Parallelschaltung aller direkt oder indirekt vom Akkumulator 6 versorgten Bauelemente.

Die Schaltungsanordnung weist weiter einen ersten Schalter S1 auf, der einerseits mit dem ersten Eingang 1 und andererseits mit einem Ausgang 3 elektrisch verbunden ist. Der Verbraucher 5 ist einerseits mit dem Ausgang 3 und andererseits mit Masse GND₂ elektrisch verbunden.

Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel existiert keine direkte Verbindung zwischen der internen Masse der Schaltungsanordnung GND₁ und der Masse GND₂ des Verbrauchers 5. Im Bereich der Automobiltechnik wird als Masseverbindung üblicherweise die Karosserie des Kraftfahrzeugs verwendet.

Um nach dem Abschalten des Verbrauchers (wird hier durch das Öffnen des Schalters S1 erreicht) die in der Induktivität L

185 gespeicherte Energie E abzubauen und somit ein Ausschalten
des Verbrauchers 5 zu realisieren, ist zwischen dem zweiten
Eingang 2 und dem Ausgang 3 ein Freilaufkreis FLK angeordnet.
Dieser Freilaufkreis FLK weist hier eine Serienschaltung ei-
nes zweiten Schalters S2 und einer Diode D_F auf. Ist der
190 zweite Schalter S2 geschlossen, so fließt nach dem Ausschalt-
ten des ersten Schalters S₁ für einen begrenzten Zeitraum
t_{entlade} ein Strom I vom Verbraucher 5 über die Diode D_F und
den Schalter S2.

195 Der Entladezeitraum t_{entlade} ist abhängig von der in der Induk-
tivität L des Verbrauchers 5 gespeicherten Energie E:

$$E = \frac{1}{2} L \cdot I^2$$

Beim Laden der Induktivität L nimmt die Stromstärke I zu-
200 nächst linear zu und nähert sich dem konstanten Endwert I₀
an:

$$I_0 = \frac{U_A}{R}$$

ein.

205 Die Entladezeit t_{entlade} der Spule L lässt sich aus der Glei-
chung

$$I = I_0 \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$$

ableiten.

210 Der hier als sogenannter "Highside"-Schalter ausgeführte ers-
te Schalter S1 kann auch als "Lowside"-Schalter ausgeführt
sein. Als Folge dessen ändern sich lediglich die Verbindung
der Anschlüsse 1 und 2 mit den Polen des Akkumulators 6 und
die Durchflussrichtung der Freilaufdiode D_F. Der Verbraucher
215 5 wäre dann mit ihrem dem Ausgang 3 abgewandten Anschluss mit
dem positiven Potenzial + des Akkumulators 6 elektrisch ver-
bunden.

Der erste Schalter S1 und der zweite Schalter S2 sind als
220 steuerbare elektrische Schalter, beispielsweise als
Leistungs-MOS Feldeffekttransistoren (MOSFETS) oder als Insu-
lated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT's) ausgebildet. Die
Steueranschlüsse dieser Schalter S1, S2 werden von einer
Steuerschaltung 8 angesteuert. Dabei ist der erste Schalter
225 S1 über eine erste Steuerleitung UST1 und der zweite Schalter
S2 über eine zweite Steuerleitung UST2 mit der Steuerschal-
tung 8 elektrisch verbunden.

Die Steuerschaltung 8 weist eine Verknüpfungseinheit 9, einen
230 Mikrocontroller 10, eine Versorgungsspannungsüberwachung 11
und ein Zeitverzögerungsglied 12 auf. Die Versorgungsspan-
nungsüberwachung 11 weist zwei Eingänge auf, einen ersten
Eingang UE, der mit dem ersten Eingang 1 der Schaltungsanord-
nung elektrisch verbunden ist, und einen zweiten Eingang UA,
235 der mit dem Ausgang 3 der Schaltungsanordnung elektrisch ver-
bunden ist.

Die Versorgungsspannungsüberwachung 11 weist weiter zwei Aus-
gänge auf. Einer dieser Ausgänge $U_{E, \text{Reset}}$ ist mit der Ver-
knüpfungseinheit 9 elektrisch verbunden und der zweite $U_{A, \text{signal}}$
240 ist mit Zeitverzögerungsglied 12 elektrisch verbunden.
Der Mikrocontroller 10 weist zumindest einen Ausgang ENA auf,
der mit der Verknüpfungseinheit 9 verbunden ist. Die Verknüp-
fungseinheit 9 ist weiter mit der Steuerleitung UST1 der
245 Steuerschaltung 8 verbunden. Das Zeitverzögerungsglied 12 ist
mit der zweiten Steuerleitung UST2 der Steuerschaltung 8 ver-
bunden.

Solange kein Fehlerfall vorliegt und der erste Schalter S1
250 eingeschaltet ist, fällt über den Verbraucher 5 eine Spannung
 U_A ab, die in etwa der Eingangsspannung U_E entspricht.

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm, anhand dessen die zum Be-
trieb des Verbrauchers 5 erforderlichen Verfahrensschritte
255 näher erläutert werden.

Der Beginn des Ablaufs ist mit "Start" gekennzeichnet. Hier wird zunächst abgefragt, ob der erste Schalter S1 eingeschaltet ist (Schritt 101). Anhand dieser Unterscheidung können zwei mögliche Fehlerfälle, nämlich der Masseverlust bei eingeschaltetem Verbraucher 5 und der Masseverlust der Schaltungsanordnung bei ausgeschaltetem Verbraucher 5 unterschieden werden.

Im ersten Fall bei eingeschaltetem ersten Schalter S1 wird im Schritt 102 überprüft, ob vom Mikroprozessor 10 ein Ausschaltsignal vorliegt. In diesem Fall wäre das Einschaltsignal ENA vom Zustand "0" auf den Zustand "1" gesetzt worden und in Folge dessen wird dann der erste Schalter S1 ausgeschaltet (ENA="1" entspricht hier einem Low-Pegel). Falls es die Sicherheitsanforderungen an den Verbraucher 5 erforderlich machen, wird nach einer vorgegebenen Zeitdauer Δt , während der die in der Induktivität L gespeicherte Energie über den Freilaufkreis FLK im Wesentlichen abgebaut wird, auch der zweite Schalter S2 ausgeschaltet. Somit wäre auch im Falle des dann ausgeschalteten Verbrauchers 5 ein versehentliches Einschalten des Verbrauchers 5 bei einer Unterbrechung der Verbindungsleitung zwischen dem negativen Anschluss - des Akkumulators 6 und dem Eingang 2 ausgeschlossen (Schritt 104'). Nach Schritt 104' wird zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt.

Die vorgegebene Zeitdauer Δt wird hier so gewählt, dass nach Ablauf dieser Zeitdauer Δt die Induktivität L weitestgehend entladen ist.

Die Zeitdauer Δt kann im folgenden Bereich gewählt werden:

$$5 \tau \leq \Delta t \leq 10 \tau \text{ mit } \tau = L/R.$$

Wird die Zeitdauer Δt zu groß gewählt, so wäre in einem Fehlerfall bereits während dieser Zeitdauer ein Wiedereinschalten möglich. Die Zeitdauer Δt muss von daher so dimensio-

niert werden, wie für den Energieabbau im Verbraucher 5 nötig.

295

Liegt in Schritt 102 weiterhin ein Einschaltsignal ENA des Mikrocontrollers 10 vor, so wird zum Schritt 103 verzweigt und dort eine Überprüfung der Ausgangsspannung U_A vorgenommen. Im normalen Betriebsfall entspricht die Ausgangsspannung U_A in etwa der Eingangsspannung U_E .

300

Bei ausgeschaltetem ersten Schalter S1 und/ oder im Falle eines Masseverlusts, d. h. hier einer Leitungsunterbrechung zwischen dem negativen Pol - des Akkumulators 6 und dem zweiten Eingang 2, entspricht die Ausgangsspannung U_A in etwa der Durchlassspannung der Freilaufdiode D_F . Diese Durchlassspannung ist vom Typ der Freilaufdiode D_F abhängig und beträgt im hier beschriebenen Ausführungsbeispiel in etwa - 0,7 Volt. Abhängig von dieser Durchlassspannung der Diode D wird ein Spannungsschwellwert $U_{A, MIN}$ definiert, unterhalb dessen ein Strom im Freilaufkreis FLK fließt.

305

310

Liegt die Ausgangsspannung U_A oberhalb dieses vorbestimmten Schwellwertes $U_{A, MIN}$ so kann ein Fehlerfall ausgeschlossen werden und es wird zum Ende des Ablaufsdiagramms verzweigt.

315

Liegt die Ausgangsspannung U_A jedoch unterhalb des vorbestimmten Schwellwerts $U_{A, MIN}$, so ist bei eingeschaltetem ersten Schalter S1 von einer "abgetrennten" Masseverbindung der Schaltungsanordnung auszugehen und es wird nach Schritt 104 verzweigt. Dort wird zunächst der erste Schalter S1 geöffnet, dann nach der vorbestimmten Zeitdauer Δt , die wie bereits beschrieben von der Entladezeit $t_{entlade}$ der Induktivität L abhängt, der zweite Schalter S2 geöffnet und somit ein Stromfluss vom Akkumulator 6 über den Eingang 1, den Ersatzwiderstand 7, den zweiten Schalter S2, die Diode D und den Verbraucher 5 unterbrochen. Nach dem Ausschalten des zweiten Schalters S2 ist somit ein unbeabsichtigtes Einschalten des

320

325

Verbrauchers 5 ausgeschlossen und es wird zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt.

Alternativ kann hier zusätzlich ein Fehlerflag gesetzt werden, über das die Unterbrechung der Masseleitung an ein Steuergerät gemeldet wird.

335

Ist im Schritt 101 der erste Schalter S1 nicht eingeschaltet, so wird nach Schritt 202 verzweigt, in dem überprüft wird ob der zweite Schalter S2 geschlossen ist. Ist der Schalter S2 geschlossen, so wird in Schritt 203 wieder geprüft, ob die Ausgangsspannung U_A unterhalb des vorbestimmten Schwellwerts $U_{A, \text{MIN}}$ liegt. Ist dies der Fall, so wird nach Schritt 204 verzweigt und der Schalter S2 geöffnet und im Anschluss daran zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt. Ist dies nicht der Fall oder ist die Ausgangsspannung U_A gleich Null, so wird direkt zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt. Alternativ kann der zweite Schalter S2 auch erst nach der vorbestimmten Zeitdauer Δt geöffnet werden.

Ist der Schalter S2 im Schritt 202 geöffnet ($S2=0$), so wird nach Schritt 203' verzweigt, wo auf ein Wiedereinschaltsignal des Mikrocontrollers 10 gewartet wird. Dieses Wiedereinschaltsignal kann beispielsweise ein Zustandswechsel des Einschalt-signal ENA vom Zustand 0 in den Zustand 1 sein. Auf diese Weise wird verhindert, dass nach einem Masseverlust der Verbraucher unbeabsichtigt wieder eingeschaltet wird.

Das Durchführen des hier beschriebenen Verfahrens kann beispielsweise in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Verbrauchers 5 oder des Mikrocontrollers 10 oder auch durch ein externes Steuersignal gestartet werden.

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Zeitverzögerungsglieds 12 und der Verknüpfungseinheit 9.

365 Wird der Schalter S1 eingeschaltet, so liegt am Verbraucher 5 eine Spannung U_A an, die in etwa der Eingangsspannung U_E entspricht. Das Zeitverzögerungsglied 12 weist einen vom Schaltelement S1 unabhängigen Stromversorgungseingang 1' auf, der zur Spannungsversorgung der Schaltungsanordnung dient. Zwischen dem Ausgang 3 und diesem Eingang 1' ist eine Reihenschaltung aus einem ersten Widerstand R1, einer in Sperrrichtung geschalteten Diode D1, einem zweiten Widerstand R2 und einem dritten Widerstand R3 angeordnet. Der Schalter S2 ist hier als n-Kanal-MOSFET ausgeführt, wobei sein Drainanschluss mit dem zweiten Eingang 2 und sein Sourceanschluss über die in Flussrichtung geschaltete Freilaufdiode D_F mit dem Ausgang 3 verbunden ist. Der Gateanschluss ist mit dem Mittelabgriff einer Serienschaltung, bestehend aus einem vierten Widerstand R4 und einem ersten Kondensator C1, verbunden, wobei der 375 zweite Anschluss des vierten Widerstands R4 mit dem Mittelabgriff zwischen dem zweiten Widerstand R2 und dem dritten Widerstand R3 verbunden ist. Der zweite Anschluss des Kondensators C1 ist mit dem Sourceanschluss des Schalters S2 verbunden.

385 Ebenfalls mit dem Gateanschluss des Schalters S2 ist der Mittelabgriff zwischen einer zweiten Diode D2 und einem fünften Widerstand R5 verbunden, wobei die zweite Diode D2 parallel zum vierten Widerstand R4 mit ihrer Durchflussrichtung in 390 Richtung des Gateanschlusses des Schalters S2 und der fünfte Widerstand R5 parallel zum ersten Kondensator C1 angeordnet ist.

Parallel zum zweiten Widerstand R2 ist die Basis-Emitter-Strecke eines Transistors T1 angeordnet. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich beim Transistor T1 um einen pnp-Transistor. Der Basisanschluss des Transistors T1 ist mit dem Abgriff zwischen dem zweiten Widerstand R2 und der Diode D1 verbunden. Der Emitteranschluss ist mit dem Abgriff zwischen zweitem und dritten Widerstand R2 und R3 verbunden. Der Kollektoranschluss des Transistors T1 ist mit dem 100

Ausgang 3 abgewandtem Anschluss der Freilaufdiode D_F verbunden.

405 Bei eingeschaltetem Schalter S1 sperrt der Transistor T1 und der Kondensator C1 wird über den dritten Widerstand R3 und die zweite Diode D2 auf die am Eingang 1' anliegende Versorgungsspannung VCC aufgeladen. Infolge dessen wird der Schalter S2 eingeschaltet und damit der Freilaufkreis FLK aktiviert. Die Schaltungsanordnung wird so dimensioniert, dass
410 der Schalter S2 eingeschaltet ist, bevor in der Induktivität L des Verbrauchers 5 eine größere Energiemenge gespeichert wurde.

415 Wird nun der Schalter S1 ausgeschaltet, so fließt aufgrund der in der Induktivität L des Verbrauchers 5 gespeicherten Energie ein Strom durch den aus Schalter S2 und Freilaufdiode D_F gebildeten Freilaufkreis FLK. Über dem Verbraucher 5 fällt nun eine Ausgangsspannung U_A von ca. 0,7 Volt ab. Dies entspricht der Durchlassspannung der Freilaufdiode D_F . Aufgrund dieser Spannung wird der Transistor T1 eingeschaltet und der Kondensator C1 entlädt sich über den Widerstand R4. Ist der Kondensator C1 entladen, so wird der Transistor T2 abgeschaltet. Die Zeitspanne Δt zwischen dem Abschalten des Schalters
420 S1 und dem Abschalten des Schalters S2 wird so gewählt, dass zum Abschaltzeitpunkt des Schalters S2 die in der Induktivität L gespeicherte Energie weitestgehend abgebaut ist.

Bei geöffnetem Schalter S1 und geöffnetem Schalter S2 wird
430 nun die Verbindung zwischen dem negativen Pol - des Akkumulators und dem zweiten Eingang 2 unterbrochen, so kann kein Strom über den Freilaufkreis FLK zum Verbraucher 5 fließen.

Die Verknüpfungseinheit 9 ist für die folgenden Eingangsgrößen ausgelegt: ein Einschaltsignal des Mikrocontrollers 10
135 (ENA = 0) entspricht einem Low-Pegel am Eingang ENA; ein Ausschaltsignal (ENA = 1) entspricht einem High-Pegel am Eingang ENA. Die Versorgungsspannungsüberwachung 11 liefert am Ein-

gang $U_{E, \text{Reset}}$ ein Signal mit einem High-Pegel, solange die
440 Versorgungsspannung VCC in ausreichender Höhe vorhanden ist.
Ein Low-Pegel am Eingang $U_{E, \text{Reset}}$ steht für eine Versorgungs-
spannung VCC, die unterhalb einem vorgegebenen Spannungs-
schwellwert liegt.

445 Das vom Mikrocontroller 10 kommende Signal ENA wird in einem
ersten Invertierer 13 invertiert und einem UND-Gatter 14 zu-
geführt. Der zweite Eingang des UND-Gatters 14 ist mit dem
Ausgang $U_{E, \text{Reset}}$ der Versorgungsspannungsüberwachung 11 ver-
bunden. Der Ausgang des UND-Gatters 14 weist solange einen
450 High-Level auf, solange beide Eingangssignale, d.h. das in-
vertierte Eingangssignal ENA und das Signal der Versorgungs-
spannungsüberwachung $U_{E, \text{Reset}}$, einen High-Pegel aufweisen.

Die Spannungspegel an den Ausgängen sind wie folgt den Pegeln
455 "Low" und "High" zugeordnet:

Low-Pegel entspricht: $0 \text{ V} < U < 0,4 \text{ V}$

High-Pegel entspricht: $3,7 \text{ V} < U < 4,5 \text{ V}$

(HCMOS-Baustein 74HC mit einer Versorgungsspannung von
460 VCC=4,5 V)

Das Ausgangssignal des UND-Gatters 14 wird dem Set-Eingang S
eines D-Flip-Flops 15 zugeführt. Das Ausgangssignal des ers-
ten Inverters 13 wird über einen Tiefpass, bestehend aus ei-
nem Widerstand R6 und einem Kondensator C2 und zwei weiteren
465 Invertern 16 und 17 dem Clock-Eingang CLK des D-Flip-Flops 15
zugeführt. Der invertierte Ausgang \overline{Q} ist auf den D-Eingang D
des D-Flip-Flops 15 rückgekoppelt. Der Ausgang Q des D-Flip-
Flops 15 ist hier mit der Steuerleitung U_{ST1} verbunden. Liegt
170 nun aufgrund einer Unterspannung ein Low-Pegel am Eingang $U_{E, \text{Reset}}$
an und ist gleichzeitig eine Einschaltanforderung des
Mikrocontrollers 10 gesetzt (Low-Pegel am Eingang ENA) so
liegt am Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 ein Low-Pegel an.
Dies hat zur Folge, dass am Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 ein

475 High-Pegel anliegt und der erste Schalter S1 somit ausgeschaltet wird.

In dem Fall, dass der Mikrocontroller 10 einen Abschaltbefehl gibt (High-Pegel am Eingang ENA), so wird der Schalter S1 ebenfalls über dem Set-Eingang S ausgeschaltet. Ein High-Pegel am Eingang ENA hat einen Low-Pegel am Eingang des AND-Gatters 14 zur Folge. D.h. es liegt am Ausgang des AND-gatters unabhängig vom Signal $U_{E, Reset}$ ein Low-Pegel an. Dies hat einen High-Pegel am Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 zur Folge, wodurch der Schalter S1 ausgeschaltet bleibt.

Das Einschalten des ersten Schalters S1 erfolgt bei einer negativen Flanke am Eingang ENA, d. h. bei einem Wechsel von einem High- zu einem Low-Pegel oder bei einer positiven Flanke am Clock-Eingang Clk des D-Flip-Flops. Durch das Tiefpassfilter R6, C2 wird eine Zeitverzögerung des Signals erreicht, die durch geeignete Wahl des sechsten Widerstands R6 und des Kondensators C2 so eingestellt ist, dass der High-Pegel am Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 auf jeden Fall anliegt, bevor die positive Flanke des Signals am Clock-Eingang CLK des D-Flip-Flops 15 eintrifft.

Zwischen dem Widerstand R6 und dem Clock-Eingang CLK des D-Flip-Flops 15 sind zwei Inverter 16, 17 als Schmitttrigger-Inverter geschaltet, durch den die Flankensteilheit am Clock-Eingang CLK verbessert wird. Alternativ kann anstelle der beiden Inverter auch ein nichtinvertierender Schmitt-Trigger-Gatter angeordnet sein.

Im Fehlerfall, wenn der Masseanschluss am Steuergerät unterbrochen ist und währenddessen am Ausgang des Mikrocontrollers 10 ein Einschaltsignal ENA (Low-Pegel) anliegt, so wird über den Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 der erste Schalter S1 wie bereits beschrieben abgeschaltet. Nach dem Abschalten des Verbrauchers 5 steigt jedoch – wie ebenfalls bereits beschrieben – die Versorgungsspannung VCC wieder an. Um nun zu verhindern, dass – nachdem die Versorgungsspannungsüberwa-

chung 11 wieder durch einen High-Pegel anzeigt, dass eine ausreichende Versorgungsspannung VCC vorhanden ist und somit der Verbraucher 5 wieder eingeschaltet würde- ein Wiedereinschalten durch den Mikrocontroller erst möglich ist, wenn der Mikrocontroller 10 am Ausgang ENA ein Abschaltsignal (High-Pegel) und Anschluss daran ein Einschaltsignal (Low-Pegel) bereitstellt.

Patentansprüche

520

1. Schaltungsanordnung zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere Schutzschaltung zum sicheren Betrieb eines induktiven Verbrauchers, die aufweist:

525 - einen ersten und einen zweiten Eingang (1, 2), wobei der erste Eingang (1) mit einem ersten Potenzial (+) einer Versorgungsspannungsquelle (6) und der zweite Eingang (2) mit einem zweiten Potenzial (-) der Versorgungsspannungsquelle (6) verbunden ist,

530 - einen Ausgang (3), an den der Verbraucher (5) angeschlossen ist, wobei der Verbraucher (5) einerseits mit dem Ausgang (3) und andererseits mit dem zweiten Potenzial (-) der Versorgungsspannungsquelle (6) verbunden ist,

535 - einen ersten durch ein erstes Steuersignal (UST1) steuerbaren Schalter (S1) zum Ein- und Ausschalten des Verbrauchers (5), der einerseits mit dem ersten Eingang (1) und andererseits mit dem Ausgang (3) verbunden ist,

- einen Freilaufkreis (FLK), der einerseits mit dem zweiten Eingang (2) und andererseits mit dem Ausgang (3) verbunden ist und einen zweiten Schalter (S2) aufweist,

540 - eine Überwachungseinheit (8, 11), die ein Potenzial (UA) im Freilaufkreis (FLK) überwacht und den zweiten Schalter (S2) in Abhängigkeit von diesem Potenzial (UA) über ein zweites Steuersignal (UST2) ein- und/ oder ausschaltet, dadurch gekennzeichnet, dass

545 die Überwachungseinheit (8) ein Zeitverzögerungsglied (12) aufweist, das nach Unter- oder Überschreiten des vorbestimmten Spannungsschwellwerts ($U_{A, \min}$) den zweiten Schalter (S2) nach einer vorbestimmten Zeitdauer (Δt) ausschaltet, so dass nach der vorbestimmten Zeitdauer (Δt) die in dem Verbraucher (5) gespeicherte Energie über den Freilaufkreis abgebaut ist.

550

- 555 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass die Überwachungseinheit (8) eine Verknüp-
fungseinheit (9) mit zwei Eingängen (ENA; UE, Reset) und
einem Ausgang (UST1) aufweist, wobei das erste Steuer-
signal (UST1) vom Pegel und dem zeitlichen Verlauf der
560 Signale an den Eingängen (ENA; UE, Reset) abhängig ist.
3. Verfahren zum Steuern eines elektrischen Verbrauchers,
dass die folgenden Schritte aufweist:
- 565 - Überprüfen eines Schaltzustands eines ersten Schalters
(S1),
- Vergleichen einer ersten Spannung (UA) mit einem vorbe-
stimmten Spannungsschwellwert ($U_{A, \text{Min}}$), wobei abhängig
von diesem Vergleich und dem Schaltzustand des ersten
570 Schalters (S1) ein Fehlerfall festgestellt wird,
- Schalten eines zweiten Schalters (S2) in Abhängigkeit
von diesem Vergleich und/ oder dem Schaltzustand des
ersten Schalters (S1), dadurch gekennzeichnet, dass
das Schalten des zweiten Schalters (S2) um eine vorbe-
575 stimmte Zeitdauer (Δt) verzögert wird, so dass nach der
vorbestimmten Zeitdauer (Δt) die in dem Verbraucher (5)
gespeicherte Energie über den Freilaufkreis abgebaut
ist.
- 580 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
der ersten Schalters (S1) einem Fehlerfall durch ein
Wiedereinschaltsignal eingeschaltet wird.

FIG 1

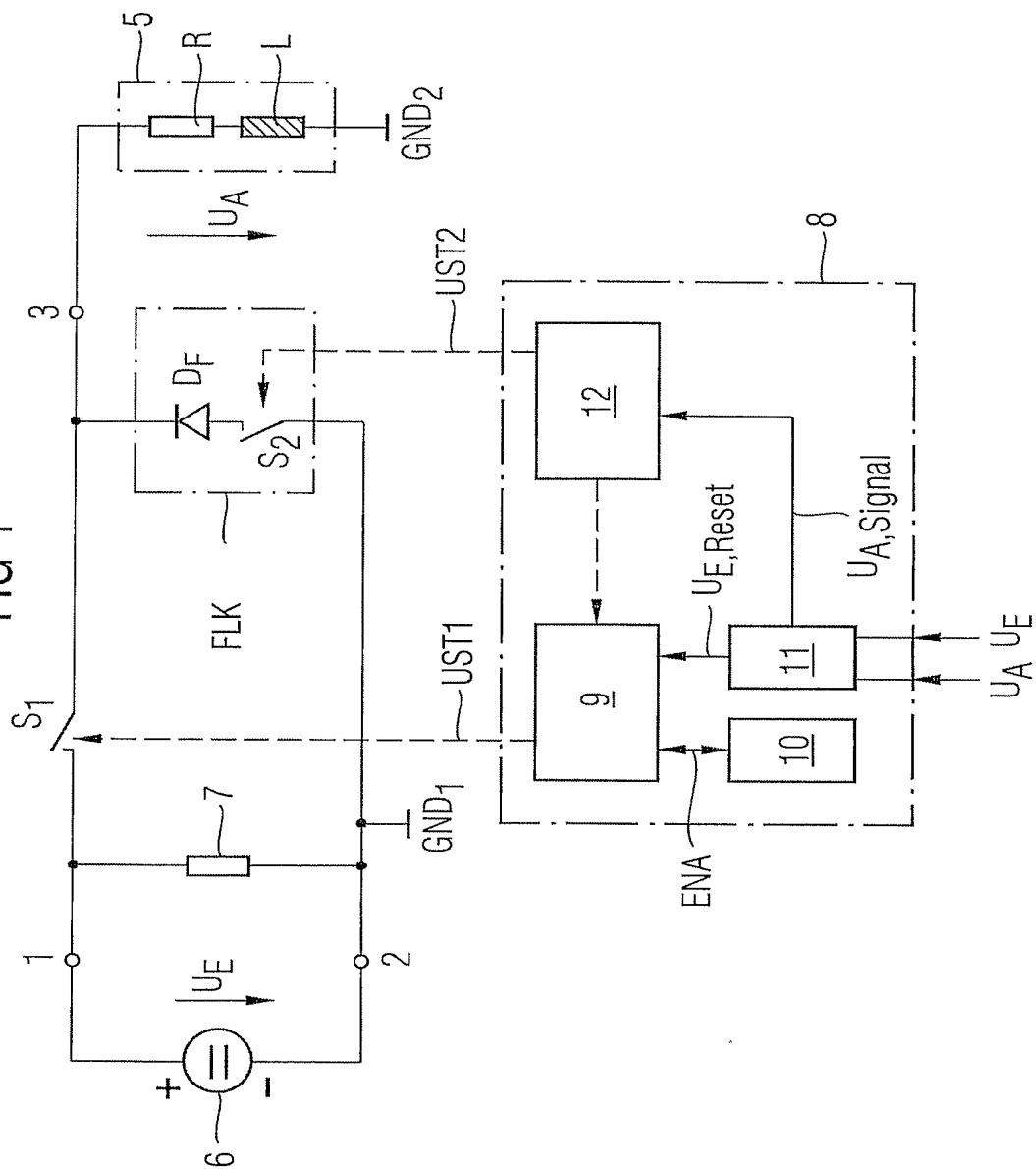
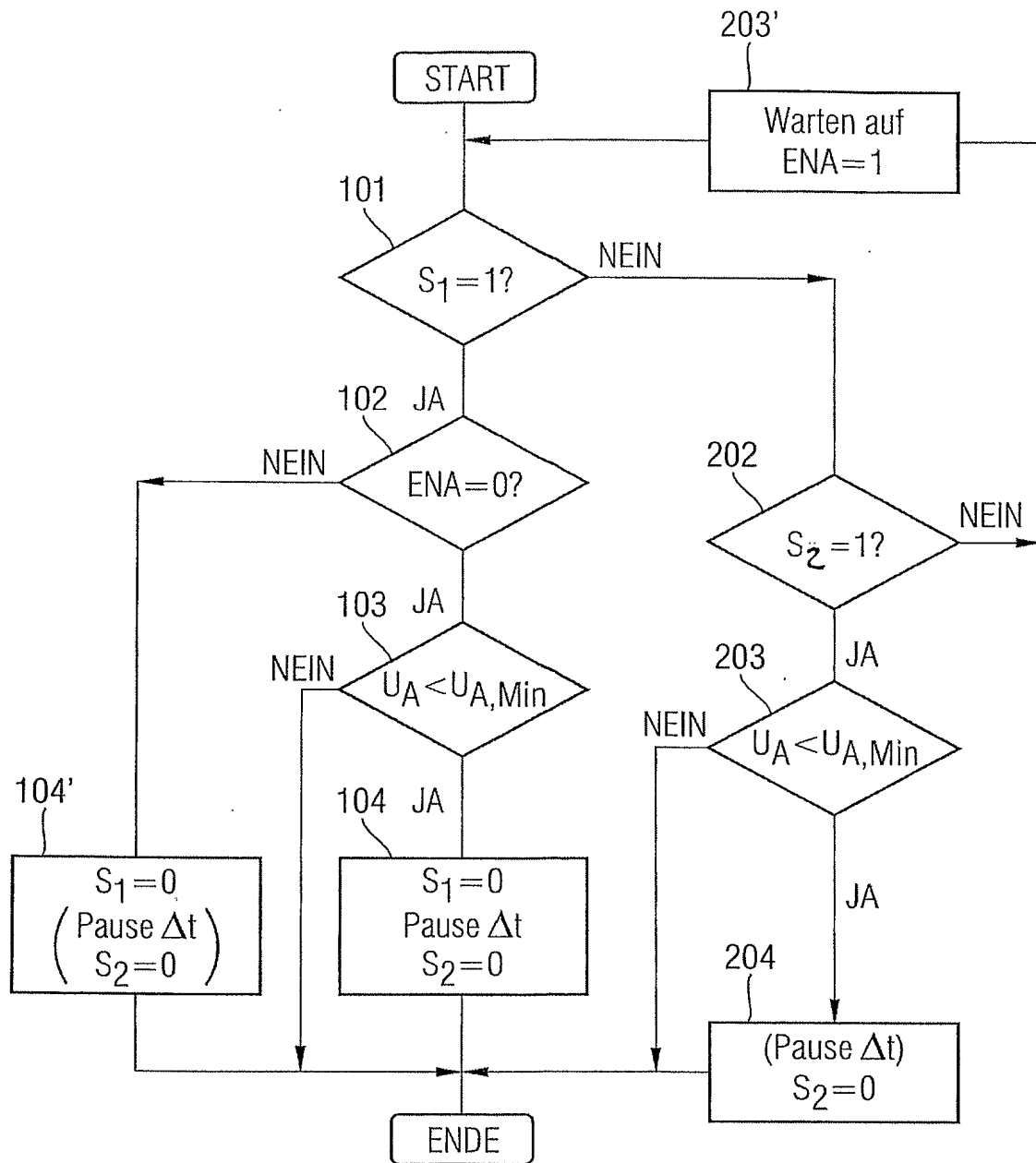
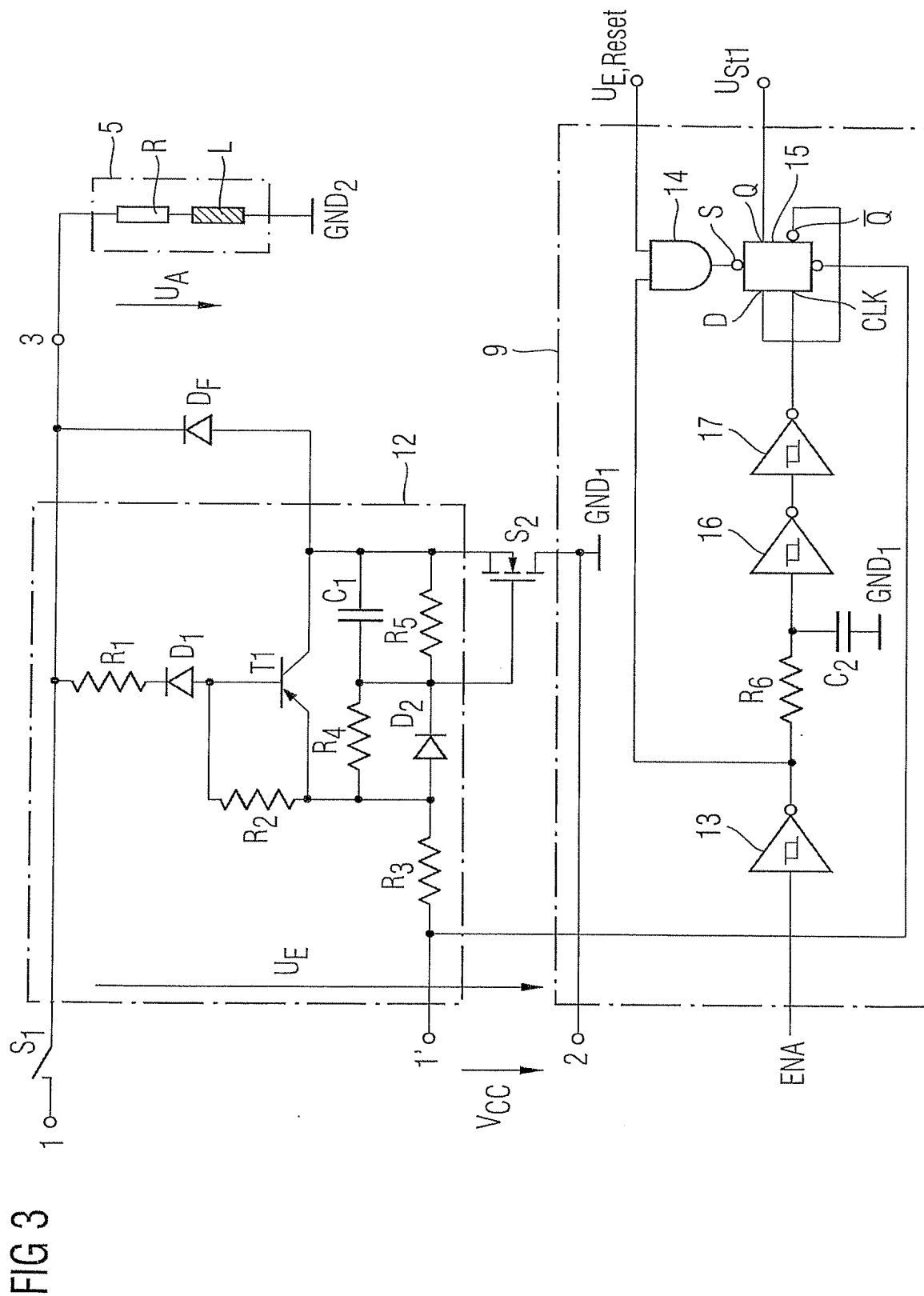


FIG 2





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/053147

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H02H5/10 H02H11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 166 852 A (SANO) 24 November 1992 (1992-11-24) cited in the application column 1, line 1 - column 6, line 55; figures 1-5 -----	1,3

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 March 2005

Date of mailing of the international search report

21/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Calarasanu, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/053147

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5166852	A	24-11-1992	JP 2504586 B2	05-06-1996
			JP 3145919 A	21-06-1991
			DE 69020684 D1	10-08-1995
			DE 69020684 T2	25-01-1996
			EP 0426103 A2	08-05-1991
			KR 9303176 B1	23-04-1993
<hr/>				

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053147

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02H5/10 H02H11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 166 852 A (SANO) 24. November 1992 (1992-11-24) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 6, Zeile 55; Abbildungen 1-5 -----	1,3



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Calarasanu, P

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053147

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5166852	A	24-11-1992	JP	2504586 B2	05-06-1996
			JP	3145919 A	21-06-1991
			DE	69020684 D1	10-08-1995
			DE	69020684 T2	25-01-1996
			EP	0426103 A2	08-05-1991
			KR	9303176 B1	23-04-1993
<hr/>					